

## FICHA DE LA TECNOLOGÍA

***Utilización controlada de residuos orgánicos en la rehabilitación de suelos degradados: empleo del análisis multicriterio para la toma de decisiones en el manejo de lodos de depuradora***

### TEMÁTICA

**Clasificación:** Sector Agrario y Forestal

**Tema:** Mejora del suelo en repoblaciones y cultivos

**Subtema:** Acondicionadores/Enmiendas de suelos

**Tipo:** Técnica

**Clasificación finalidad:** Restauración

**Objetivo:** Mejora de las propiedades del suelo (MO y estructura)

**Degradación afrontada:** Erosión laminar y en regueros

### DESCRIPCIÓN

#### 1. INTRODUCCIÓN

Ciertas perturbaciones de los sistemas naturales, como los incendios forestales y las actividades extractivas, suponen la destrucción de los horizontes superficiales de los suelos o su degradación completa.

En este sentido, las aportaciones de materia orgánica biogénica como lodos de depuradora o composts pueden contribuir a recuperar el funcionamiento normal de los suelos y a corregir problemas físicos y deficiencias de nutrientes que se derivan de la escasez de materia orgánica.

Los lodos de depuradora de origen urbano, debido a su alto contenido en materia orgánica, nitrógeno y fósforo, son una forma efectiva para corregir problemas físicos y de fertilidad de suelos deficientes si se aplican correctamente. La Directiva de la UE 86/278/ECC regula la utilización de lodos de depuradora en agricultura para prevenir daños en el suelo, la vegetación, los animales y en el hombre.

Varios trabajos demuestran que la utilización de lodos de depuradora para la rehabilitación de suelos puede ser una solución técnica para revertir algunos procesos de degradación del suelo como la erosión (Sort y Alcañíz, 1996) y promover el re-establecimiento de la vegetación (Navas et al., 1999; Martínez et al., 2003), si bien se deben controlar los riesgos ambientales que conllevan estas aplicaciones.

Los problemas medioambientales y de salud asociados al uso de lodos de depuradora procesados dificultan su aplicación y animan a la introducción de tratamientos adicionales como el compostaje y el secado térmico.

#### 2. OBJETIVOS

El objetivo principal de la aplicación de residuos orgánicos al suelo es mejorar las propiedades del mismo. Cuando se trata de seleccionar entre varios tipos de enmiendas orgánicas disponibles se deben tener en consideración aspectos agronómicos, ambientales, económicos y sociales.

En un ensayo concreto que pretendía transformar un matorral improductivo en una dehesa mediterránea se realizó una evaluación multicriterio de diferentes tipos de enmiendas orgánicas procedentes de lodos de depuradora para:

- Determinar cual de los derivados de lodos de depuradora era el más apropiado.
- Ensayar la metodología multicriterio para conocer cómo se puede ayudar al proceso de toma de decisiones del manejo de lodos de depuradora.

#### 3. DESCRIPCIÓN

En un proyecto financiado por la Generalitat de Catalunya, se han ensayado en condiciones de campo, las posibilidades de aplicación de lodos de depuradora frescos, compostados o secados por procesos térmicos para la recuperación de unos terrenos forestales quemados que se quieren transformar en monte adhesionado.

## DESCRIPCIÓN

El artículo "A multi-criteria evaluation of organic amendments used to transform an unproductive shrubland into a Mediterranean dehesa" trata de evaluar la posibilidad de utilizar tres tipos de lodos diferentes (digeridos, compostados y secados térmicamente) para mejorar la fertilidad del suelo y facilitar la transformación de un matorral improductivo en una dehesa mediterránea apta para el pastoreo, y así reducir el riesgo de incendios.

Se extendieron sobre la superficie del suelo de unas parcelas 10 t/ha (expresado en materia seca) de los tres tipos mencionados de lodos de depuradora. Seguidamente, estas parcelas se sembraron con una mezcla de semillas de plantas forrajeras. Previamente se eliminaron los arbustos y se seleccionaron los robles y encinas existentes. Los efectos sobre la fertilidad del suelo y el crecimiento de las plantas se monitorizaron durante dos años. Los resultados muestran que las aplicaciones de los tres tipos de lodos tienen un efecto significativo sobre la cubierta vegetal, la biomasa de herbáceas y sobre el crecimiento de los árboles.

Este estudio propone la utilización de un análisis multicriterio para identificar las alternativas de fertilización más adecuadas y para ayudar en el proceso de decisión del reciclado de lodos. Debido al alto grado de incertidumbre y a los objetivos conflictivos asociados a las alternativas consideradas, las herramientas de evaluación multicriterio hacen una contribución al proceso de decisión sobre la aplicación de los lodos de depuradora.

De acuerdo con los resultados del análisis multicriterio, la alternativa más adecuada es la aplicación de lodos compostados. Esto ocurre porque se cumplen todos los objetivos: una mejora de las propiedades y funciones del suelo con una respuesta positiva por parte de la vegetación, así como unos mínimos costes económicos y bajo riesgo de toxicidad y mejor aceptación social.

En comparación con dosis equivalentes de abonos minerales, los lodos de depuradora suministran el nitrógeno y el fósforo de forma más progresiva y mejoran la estructura de los primeros centímetros del suelo, de manera que se producen menores pérdidas por erosión y el recubrimiento herbáceo es más denso y permanente.

El concepto genérico de evaluación multicriterio como conjunto de operaciones espaciales para lograr un objetivo teniendo en consideración simultáneamente todas las variables que intervienen (Barredo, 1996), bien sean factores o restricciones (Bosque y Mass, 1995), sirve de soporte para diversidad de objetivos, frecuentemente relacionados con la toma de decisiones espaciales y en ocasiones derivados hacia la evaluación multiobjetivo cuando entran en juego fuerzas de competencia entre diferentes usos (Moreno, 2001).

Los métodos de análisis multicriterio se diseñan para ofrecer soluciones a problemas en los que la complejidad del sistema que se analiza no se puede evaluar sin contextualizarlos en todas sus dimensiones (ecológicas, económicas y sociales).

Otros estudios del mismo equipo estudian las diferencias en la disponibilidad de nitrógeno en un suelo enmendado con lodos de depuradora frescos, compostados o secados térmicamente.

Los procesos de compostado y secado térmico de los lodos influyen en la disponibilidad de nitrógeno de los diferentes tipos de lodos de depuradora. Es importante conocer la dinámica de mineralización del nitrógeno de los lodos de depuradora para ajustar las dosis a las necesidades reales de los cultivos.

El post-tratamiento de los lodos, bien mediante compostaje o por secado térmico, tiene la finalidad de mejorar la aplicabilidad de los lodos que son digeridos previamente y parcialmente deshidratados en las plantas de tratamiento de aguas residuales. El compostaje de lodos de depuradora es un proceso muy eficiente para incrementar la estabilidad de la materia orgánica y disminuir el número de patógenos.

Otros aspectos estudiados tratan de comprobar los efectos de la aplicación superficial mencionada de los tres tipos de lodos digeridos sobre el contenido de carbono orgánico y nitrógeno, y la cubierta vegetal.

Los resultados muestran que el secado térmico de los lodos de depuradora aplicados al suelo, modifica su comportamiento como fuente de nitrógeno. Como consecuencia, las concentraciones de nitrógeno mineral de los suelos tratados con lodos secados térmicamente pueden ser elevadas después de la aplicación de la enmienda, antes del crecimiento de la vegetación, incrementando el riesgo de lixiviación de nitratos.

Los lodos compostados muestran concentraciones de nitrógeno orgánico ligeramente menores, que además, se encuentran de forma más estable que en el lodo fresco original. Por este motivo, las

## DESCRIPCIÓN

concentraciones de amonio y nitratos en los suelos tratados con este compost no muestran variaciones tan marcadas.

También se hizo un seguimiento de los efectos sobre la estabilidad de los agregados de un suelo de margas al que se aplicaron los tres tipos de lodos con el fin de mejorar sus características físicas. El efecto de estas enmiendas orgánicas sobre la estabilidad estructural del suelo se midió por el método Le Bissonnais, el cual explora tres tipos de mecanismos de desagregación: slaking (estallido causado por la compresión del aire atrapado en los poros del suelo durante el humedecimiento), rotura mecánica por impacto de gotas de lluvia y desagregación por expansión diferencial.

Dos años después de la aplicación de los lodos, los suelos tratados tienen una mayor cantidad de carbono orgánico y carbohidratos hidrolizables y mayor estabilidad estructural que la parcela de control. Se ha observado que mientras los tres tipos de lodos reducen la disgregación del suelo debido a la expansión diferencial y rotura por impacto de las gotas de lluvia, solo los tratamientos con lodos compostados y con lodos secados térmicamente fueron efectivos para reducir el slaking.

### 4. APLICACIONES

- Manejo y rehabilitación de suelos degradados.
- Recuperación de zonas afectadas por el fuego.
- Análisis multicriterio como herramienta de soporte a la toma de decisiones en el diseño de grandes programas de restauración.
- Control ambiental de aplicaciones de residuos orgánicos.

## TECNOLOGÍAS RELACIONADAS

- Utilización de lodos de depuradora como enmiendas orgánicas para la mejora de la estructura del suelo.
- Utilización de cubiertas vegetales vivas en agricultura de conservación.
- Adición de residuos sólidos urbanos para la restauración suelos degradados.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

- Tarrasón, D.; Ortiz, O. y Alcañíz, J.M. (2007). "A multi-criteria evaluation of organic amendments used to transform an unproductive shrubland into a Mediterranean dehesa" *Journal of Environmental Management*, 82, pp. 446-456.
- Tarrasón, D.; Ojeda, G.; Ortiz, O. y Alcañíz, J.M. (2008). "Differences on nitrogen availability in a soil amended with fresh, composted and thermally-dried sewage sludge" *Bioresource Technology*, 99, pp. 252-259.
- Ojeda, G.; Alcañíz, J.M. y Le Bissonnais, Y. (2008). "Differences on aggregate stability due to various sewage sludge treatments on a Mediterranean calcareous soil" *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 125, pp. 48-56.

## IMÁGENES



*Aplicación de lodos de depuradora.*



*Aplicación de lodos de depuradora en olivar.*

## BIBLIOGRAFÍA ASOCIADA

**Título:** Differences on aggregate stability due to various sewage sludge treatments on a Mediterranean calcareous soil.

**Autor:** OJEDA, G.; ALCAÑIZ, J.M. y LE BISSONNAIS, Y.

**Publicación:** Agriculture, Ecosystems and Environment 125 (2008), 48-56

**Editorial:** Elsevier Editorial System

**Localidad:** Amsterdam, Holanda      **Año:** 2008      **Tipo:** Artículo

**Título:** Differences on nitrogen availability in a soil amended with fresh, composted and thermally-dried sewage sludge.

**Autor:** TARRASÓN, D.; OJEDA, G.; ORTIZ, O. y ALCAÑIZ, J.M.

**Publicación:** Bioresource Technology 99 (2008), 252-259

**Editorial:** Elsevier Editorial System

**Localidad:** Amsterdam, Holanda      **Año:** 2008      **Tipo:** Artículo

**Título:** A multi-criteria evaluation of organic amendments used to transform an unproductive shrubland into a Mediterranean dehesa.

**Autor:** TARRASÓN, D.; ORTIZ, O. y ALCAÑIZ, J.M.

**Publicación:** Journal of Environmental Management 82 (2007), 446-456

**Editorial:** Elsevier Editorial System

**Localidad:** Amsterdam, Holanda      **Año:** 2007      **Tipo:** Artículo

## PROYECTOS RELACIONADOS

**Proyecto:** --

**Investigador Principal:** --

**Otros Investigadores:** --

**Entidad Investigadora:** --

**Otras Entidades Investigadoras:** --

**Entidad Financiadora:** --

**Observaciones:** --